

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-192513

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 07-005883

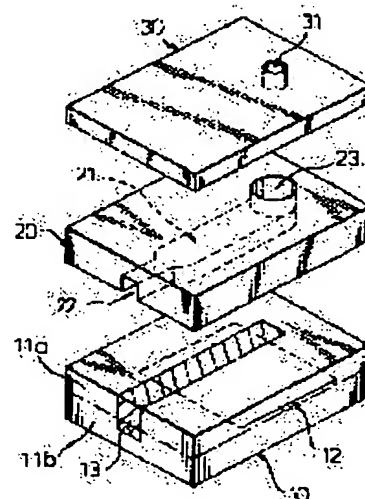
(71)Applicant : FUJITSU LTD
FUJITSU ISOTEC LTD

(22)Date of filing : 18.01.1995

(72)Inventor : YANO AKIO
MIYAKI AKIHIKO
ONO MASAHIRO**(54) PIEZOELECTRIC TYPE INK JET PRINTER****(57)Abstract:**

PURPOSE: To uniformly control the jet quantity of the ink flying from a nozzle by bonding a pressure chamber plate and the surface of a piezoelectric element so that the displacing region of the piezoelectric element forms one or more wall surface of a pressure chamber.

CONSTITUTION: An ink jet printing head is constituted of a piezoelectric element 10, a pressure chamber plate 20 and a nozzle plate 30. The piezoelectric element 10 and the pressure chamber plate 20 are bonded so that the pressure chamber 20 coincides with the displacing part being the part of a piezoelectric material layer 11a where a common electrode 12 and an individual electrode 13 cross each other of the piezoelectric element 10. The pressure chamber plate 20 and the nozzle plate 30 are bonded so that the ink passage 23 of the pressure chamber plate 20 coincides with the center of a nozzle 31. The pressure chamber 20 is filled with ink from an ink supply passage 22 so as not to mix air bubbles with the ink. When voltage is applied across the common electrode 12 and the individual electrode 13 in this state, only the part where both electrodes 12, 13 cross each other is displaced and pressure is applied to the ink to allow the ink to fly from the nozzle 31 through the ink passage 23.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 05.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2002-17710
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 12.09.2002
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-192513

(43)公開日 平成8年(1996)7月30日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/045
2/055
2/16

B 4 1 J 3/ 04. 1 0 3 A
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-5883

(22)出願日 平成7年(1995)1月18日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71)出願人 000237558

富士通アイソテック株式会社

東京都稲城市大字大丸1405番地

(72)発明者 矢野 昭雄

東京都稲城市大字大丸1405番地 富士通ア
イソテック株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

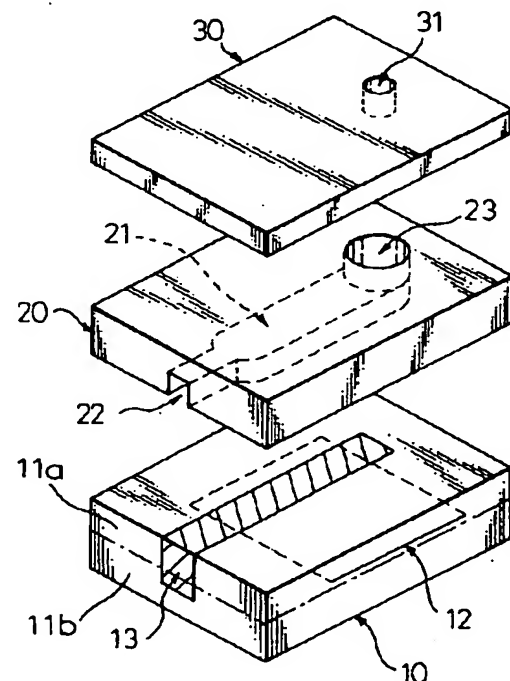
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電式インクジェットプリンタヘッド

(57)【要約】

【目的】 圧電式インクジェットプリンタヘッドに関し、各ノズルから飛翔するインクの噴射量を均一に制御することができ、且つ構造が簡単で、製造経費を低減したを提供することを目的とする。

【構成】 圧力室を規定する圧力室板と、該圧力室にインクを供給する手段と、該圧力室をノズルに連通する手段と、変位部を規定する表面を有する圧電素子と、該圧電素子の変位部が前記圧力室の少なくとも1つの壁面を形成するように前記圧力室板と前記圧電素子の前記表面とが接合されていることを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドが提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧力室を規定する圧力室板と、該圧力室にインクを供給する手段と、該圧力室をノズルに連通する手段と、変位部を規定する表面を有する圧電素子と、該圧電素子の変位部が前記圧力室の少なくとも 1 つの壁面を形成するように前記圧力室板と前記圧電素子の前記表面とが接合されていることを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッド。

【請求項 2】 前記圧力室板は複数の前記圧力室を有し、前記圧電素子は圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とを対向的に配置して形成され、前記共通電極と個別電極との交差部でもって前記各圧力室に対応する複数の前記変位部が規定されることを特徴とする請求項 1 に記載のプリンタヘッド。

【請求項 3】 前記圧電素子は圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とが交互に積層されたものであり、各層の個別電極は前記圧力室に対応する位置に形成され且つそれぞれ電気的に接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載のプリンタヘッド。

【請求項 4】 前記圧電素子は、圧電材の中に埋め込まれた共通電極と、該圧電素子の一方の面上に共通電極と対向的に形成された複数の個別電極と、圧電素子の他方の面上に形成された金属板とから成ることを特徴とする請求項 2 に記載のプリンタヘッド。

【請求項 5】 両面に開口した圧力室を規定する圧力室板と、該圧力室にインクを供給する手段と、該圧力室をノズルに連通する手段と、変位部を規定する表面を有する 2 つの圧電素子と、該 2 つの圧電素子の各変位部が前記圧力室の対抗する 2 つの壁面をそれぞれ形成するように前記圧力室板の両面に前記 2 つの圧電素子の前記表面を対向して接合したことを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッド。

【請求項 6】 前記圧力室板は複数の前記圧力室を有し、前記 2 つの圧電素子の各々は、圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とを対向的に配置して形成され、前記共通電極と個別電極との交差部でもって前記各圧力室の対抗する 2 つの壁面に対応する複数の前記変位部が規定されることを特徴とする請求項 5 に記載のプリンタヘッド。

【請求項 7】 前記 2 つの圧電素子の少なくとも一方は、圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とが交互に積層されたものであり、各層の個別電極は前記圧力室に対応する位置に形成され且つそれぞれ電気的に接続されていることを特徴とする請求項 6 に記載のプリンタヘッド。

【請求項 8】 前記 2 つの圧電素子の少なくとも一方は、圧電材の中に埋め込まれた共通電極と、該圧電素子の一方の面上に共通電極と対向的に形成された複数の個別電極と、圧電素子の他方の面上に形成された金属板とから成ることを特徴とする請求項 6 に記載のプリンタヘ

ッド。

【請求項 9】 前記 2 つの圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、駆動パルスのタイミングをずらせる電圧印加手段を具備することを特徴とする請求項 5～8 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッド。

【請求項 10】 前記圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、少なくとも 1 回の電圧保持区間を設定する電圧印加手段を具備することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッド。

【請求項 11】 前記圧電素子の圧電材として、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ 、 PMN 系 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ 、 PZN 系 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ 、又は PZT 系 $\text{PbTiO}_3 - \text{PbZrO}_3$ の材料を使用することを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッド。

【請求項 12】 前記圧電素子における共通電極と個別電極との間隔を t 、個別電極の幅を w 、隣接する個別電極相互間の間隔を s とすると、 $t/w \geq 0.15$ 及び $s/w \geq 0.5$ の条件を満たすように、共通電極及び各個別電極が設定されていることを特徴とする請求項 2～4 及び 6～8 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は複写機、ファクシミリ、コンピュータ、ワードプロセッサ等、或いはこれらの複合機等の事務処理機器として使用される圧電式インクジェットプリンタのヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 インクジェットプリンタとは、液体のインクを小滴、液柱、又は霧状にして空気中に飛翔させ、記録紙上に文字、グラフ、画像等を印字する方式のプリンタであるが、そのプリントヘッドとしては、ヒーターで圧力室内に気泡（バブル）を発生させ、気泡の力によりノズルからインクを飛翔させるバブル方式と、圧力室の底面に振動板を設け、この振動板を圧電アクチュエータで押圧することによりインクをノズルから飛翔させる振動板方式の 2 種類が主流となっている。

【0003】 このような 2 つの方式のインクジェットプリンタのヘッドは、次のような問題点を有している。すなわち、バブル方式では、インクの特性によりヘッドの性能がほぼ決定され、印字速度及び印字品質には限界があり、今後の高速化、高画質化への対応が困難であるという問題点がある。また、振動板方式では、振動板の上には圧力室とノズルが構成され、下には圧電アクチュエータがあって、圧力室を挟持する構造であるため、その構造が複雑であって組立が面倒であり、その結果コスト高になるという問題点がある。

【0004】 振動板方式のインクジェットプリンタヘッドにおける上述のような問題点を解消するため、圧力室

の内壁の一部を圧電素子の電極部自体で構成し、圧電素子の変位でもって直接圧力室を圧縮して、圧力室内のインクをノズルから飛翔させる方式のものが知られている。この種の方式のインクジェットプリンタヘッドの従来技術として、次のようなものが提案されている。

【0005】特開平4-64448号公報では、圧電体に幾つかのスリットを設け、これらのスリット間に形成される凸部をアクチュエータとし、これらの凸部に対応して平行流路が設けられ、前記平行流路に対して垂直な方向に厚み変位を生じさせることで、前記平行流路の一端に連通する共通液室内のインクを平行流路の他端部に配設したノズルより液滴として噴射させるインクジェット記録装置において、前記圧電体は、電極が形成されず厚み変位しない不活性部と、電極が形成されて厚み変位する活性部とを有し、該活性部が前記平行流路に包含される位置に配設されていることを特徴とするインクジェットヘッドが開示されている。また、スリットには充填材が詰められている。

【0006】特開平3-272855号公報では、ベース基板上に、コモン電極と、その上に圧電材を挟んでローカル電極とが対をなすように形成され、これらの電極間に圧電材の厚み方向の固有振動数で電圧が印加されて、効率良くインクが押し出されるように構成されているインクジェットヘッドが開示されている。圧力室はノズル毎に隔離されておらず、全ノズルについて共通の圧力室で構成されている。

【0007】特開平6-188475号公報では、圧電材と電極材（コモン電極及びローカル電極）とが交互に積層されてなる積層圧電素子が開示されており、電極材の積層方向に対して選択的な電界を発生できる形状に形成されている。また、このような積層圧電素子に電圧を印加することにより、圧力室に圧力を発生させて、インクをノズルから飛翔させるようにしている。

【0008】特開平4-341853号公報では、複数個に分割された内部電極を有し、電圧印加に伴い個別に局所変形を生ずる局所変形部を備えた一体の積層圧電素子を用いた圧電式インクジェットプリンタヘッドにおいて、局所変形積層圧電素子の積層される圧電材料の一層の厚みを $40\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ の範囲としている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】特開平4-64448号公報では、圧電体に設けた複数のスリットでアクチュエータ部を個々に分離しているため、圧電体の構造が複雑となり、製造経費も嵩むこととなる。特開平3-272855号公報では、圧力室はノズル毎に隔離されておらず、複数のノズルにわたって共通であるため、圧力室の構造を簡単なものとすることができる反面、個々のノズルから飛翔するインク噴射量を均一に制御することが難しくなり、印字の品質に影響するという問題がある。また、インクの飛翔する方向が圧電材の変位の方向に限

定され、インクの飛翔する方向を圧電材の変位の方向と直交する、いわゆるエッジシュート型とするのは困難である。

【0010】特開平6-188475号公報では、積層圧電素子を用いて圧力室に圧力を発生させているが、圧電素子をベース基板に設けた凹部に埋め込んだ構造であるため、圧電素子自体が圧力室の壁部を直接形成するのではなく、したがって圧力室のインクに対しては膜を介して間接的に圧力を及ぼすのみであり、圧電素子の変位に対して圧力室に加わる圧力の程度を大きくすることができないという問題がある。

【0011】そこで、本発明は、各ノズルから飛翔するインクの噴射量を均一に制御することができ、且つ構造が簡単で、製造経費を低減した圧電式インクジェットプリンタヘッドを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、圧力室を規定する圧力室板と、該圧力室にインクを供給する手段と、該圧力室をノズルに連通する手段と、変位部を規定する表面を有する圧電素子と、該圧電素子の変位部が前記圧力室の少なくとも1つの壁面を形成するように前記圧力室板と前記圧電素子の前記表面とが接合されていることを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドが提供される。

【0013】請求項2によれば、前記圧力室板は複数の前記圧力室を有し、前記圧電素子は圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とを対向的に配置して形成され、前記共通電極と個別電極との交差部でもって前記各圧力室に対応する複数の前記変位部が規定されることを特徴とする請求項1に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0014】請求項3によれば、前記圧電素子は圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とが交互に積層されたものであり、各層の個別電極は前記圧力室に対応する位置に形成され且つそれぞれ電気的に接続されていることを特徴とする請求項2に記載のプリンタヘッドが提供される。請求項4によれば、前記圧電素子は、圧電材の中に埋め込まれた共通電極と、該圧電素子の一方の面上に共通電極と対向的に形成された複数の個別電極と、圧電素子の他方の面上に形成された金属板とから成ることを特徴とする請求項2に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0015】請求項5によれば、両面に開口した圧力室を規定する圧力室板と、該圧力室にインクを供給する手段と、該圧力室をノズルに連通する手段と、変位部を規定する表面を有する2つの圧電素子と、該2つの圧電素子の各変位部が前記圧力室の対抗する2つの壁面をそれぞれ形成するように前記圧力室板の両面に前記2つの圧電素子の前記表面を対向して接合したことを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドが提供される。

【0016】請求項6によれば、前記圧力室板は複数の

前記圧力室を有し、前記 2 つの圧電素子の各々は、圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とを対向的に配置して形成され、前記共通電極と個別電極との交差部でもって前記各圧力室の対抗する 2 つの壁面に対応する複数の前記変位部が規定されることを特徴とする請求項 5 に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0017】請求項 7 によれば、前記 2 つの圧電素子の少なくとも一方は、圧電材を挟んで共通電極と複数の個別電極とが交互に積層されたものであり、各層の個別電極は前記圧力室に対応する位置に形成され且つそれぞれ電気的に接続されていることを特徴とする請求項 6 に記載のプリンタヘッドが提供される。請求項 8 によれば、前記 2 つの圧電素子の少なくとも一方は、圧電材の中に埋め込まれた共通電極と、該圧電素子の一方の面上に共通電極と対向的に形成された複数の個別電極と、圧電素子の他方の面上に形成された金属板とから成ることを特徴とする請求項 6 に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0018】請求項 9 によれば、前記 2 つの圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、駆動パルスのタイミングをずらせる電圧印加手段を具備することを特徴とする請求項 5～8 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッドが提供される。請求項 10 によれば、前記圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、少なくとも 1 回の電圧保持区間を設定する電圧印加手段を具備することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0019】請求項 11 によれば、前記圧電素子の圧電材として、PNN 系 $[Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3]$ 、PMN 系 $[Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3]$ 、PZN 系 $[Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3]$ 、又は PZT 系 $[PbTiO_3 - PbZrO_3]$ の材料を使用することを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0020】請求項 12 によると、前記圧電素子における共通電極と個別電極との間隔を t 、個別電極の幅を w 、隣接する個別電極相互間の間隔を s とすると、 $t/w \geq 0.15$ 及び $s/w \geq 0.5$ の条件を満たすように、共通電極及び各個別電極が設定されていることを特徴とする請求項 2～4 及び 6～8 のいずれか 1 項に記載のプリンタヘッドが提供される。

【0021】

【作用】請求項 1 によれば、圧電素子に電圧を印加することにより、圧電素子の変位部が変位して圧力室内のインクを押圧する。これにより、圧力室内のインクがノズルより飛翔される。請求項 2 又は 3 によれば、共通電極と個別電極との交差部でもって圧電素子の変位部が形成され、この変位部が圧力室の壁部を形成する。

【0022】請求項 4 によれば、共通電極と個別電極と

の交差部でもって圧電素子の変位部が形成されるが、圧電素子の他方の面上に金属板が形成されていることから、圧電素子の変位は一方の面の変位部でのみ有効に作用する。請求項 5 によれば、圧力室の両面から変位部が作用するので、圧電素子の変位を有効に圧力室に作用させることができる。

【0023】請求項 6 又は 7 によれば、各圧電素子において、共通電極と個別電極との交差部でもって圧電素子の変位部が形成され、この変位部が圧力室の壁部を形成する。請求項 8 によれば、共通電極と個別電極との交差部でもって圧電素子の変位部が形成されるが、圧電素子の他方の面上に金属板が形成されていることから、圧電素子の変位は一方の面の変位部でのみ有効に作用する。

【0024】請求項 9 によれば、2 つの圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、駆動パルスのタイミングをずらせるので、2 つの圧電素子の変位を円滑に圧力室に伝えることができる。請求項 10 によれば、前記圧電素子に駆動電圧を印加するにあたって、少なくとも 1 回の電圧保持区間を設定しているので、圧電素子の変位部の作用が円滑となる。

【0025】請求項 11 によれば、圧電素子の圧電材として、PNN 系、PMN 系、PZN 系、又は PZT 系の材料を使用することにより、適正な変位部を有する圧電素子を形成することができる。請求項 12 によると、前記圧電素子における共通電極と個別電極との間隔

(t)、個別電極の幅 (w)、隣接する個別電極相互間の間隔 (s) を適正に選定することにより、圧電材料を有効に変位させることができる。

【0026】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。図 1 及び図 2 は本発明の概要を示す斜視図である。図 1 において、圧電素子 10、圧力室板 20、ノズル板 30 から成る。圧電素子 10 は、セラミック等の絶縁基板 11b の表面上に、比較的広い面積の平面状のコモン（共通）電極 12 を形成し、その上に PNN 系等の圧電材料からなる圧電材料層 11a を積層し、この圧電材料層 11a の表面上に、このコモン電極 12 との間で所定間隔を隔てて平行に配置された帯状の個別電極 13 を形成して製作される。具体的には、絶縁基板 11b となる焼成前のグリーンシート状の厚膜シート上に、コモン電極 12 となる導電ペースト状の電極層をスクリーン印刷等で積層し、その上に圧電材料層 11a となる圧電ペースト状の圧電層を同様に印刷積層し、さらに個別電極 13 となる導電ペースト状の電極層を同様に印刷積層した後、所定温度で焼成することで製作される。また圧電材料層 11a はペーストではなく、シート状の圧電フィルムを用いて積層しても良い。圧力室板 20 には、この圧力室板 20 の一方の面に開放された圧力室 21 と、この圧力室 21 へインクを供給する圧力室板 20 の一方の側部に形成されたインク供給路 22

と、圧力室 21 からのインクを導く圧力室板 20 の他方の面に開口したインク導通路 23 が設けてある。また、ノズル板 30 にはインクを噴射するノズル 31 が形成されている。

【0027】そして、圧電素子 10 のコモン電極 12 と個別電極 13 との交差している圧電材料層 11 a の部分（即ち、変位部）に圧力室 21 が合致するように、圧電素子 10 と圧力室板 20 が結合され、且つ圧力室板 20 のインク導通路 23 とノズル 31 の中心が合致するように、圧力室板 20 とノズル板 30 とが結合される。インク供給路 22 より圧力室 21 に気泡が混入しないようにインクが充填される。この状態で、コモン電極 12 と個別電極 13 との間に後述するように電圧をかけると、コモン電極 12 と個別電極 13 とが交差している部分（変位部）だけが後述のように変位し、圧力室 21 内のインクに圧力が加わり、インク導通路 23 を介してノズル 31 よりインクが飛翔する。

【0028】また、図 2 においては、2 枚の圧電素子 10、40 と、ノズル 53 を有する圧力室板 50 から成る。圧電素子 40 は、圧電素子 10 と同様に、セラミック等の絶縁基板 41 b 上にコモン電極 42、圧電材料層 41 a、個別電極 43 を積層形成したものであるが、両圧電素子 10、40 は、圧力室板 50 を挟むように向き合っている。圧力室板 50 の圧力室 51 はこの圧力室板 50 の両面に開放されている。インク供給路 52 は圧力室板 50 の側部の一方の側に、ノズル 53 は圧力室板 50 の側部の他方の側にそれぞれ設けてある。そして、圧電素子 10、40 のコモン電極 12、52 と個別電極 13、53 との交差している部分（即ち、変位部）が圧力室 51 の両面にそれぞれ合致するように、圧電素子 10、40 と圧力室板 50 とが結合される。インク供給路 52 より圧力室 51 に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極 12、42 と個別電極 13、43 との間に後述のように電圧をかけると、両者の交差している部分（変位部）だけが後述のように変位し、圧力室 51 内のインクに上下両面から圧力が加わり、ノズル 53 より圧電材料の変位方向と直交する方向にインクが飛翔する。

【0029】図 3 は図 1 に対応する本発明の実施例を示し、共通する部分は共通の符号を付して説明する。図 3 において、圧電素子 10、圧力室板 20、ノズル板 30 から成る。圧電素子 10 は、上述のように絶縁基板 11 b の表面上に比較的広い面積の平面状のコモン電極 12 を、その上に圧電材料層 11 a、さらにその上に複数の個別電極 13 を積層して形成すると共に、このコモン電極 12 と個別電極 13 は圧電材料層 11 a を介して互いに所定間隔で平行に隔てた配置となっている。圧力室板 20 には、この圧力室板 20 の一方の面に開放された複数の圧力室 21 が各個別電極 13 に対応するように配置・形成され、且つ各圧力室 21 へインクを供給するイン

ク供給路 22 が圧力室板 20 の側部に、各圧力室 21 からのインクを導く各インク導通路 23 が圧力室板 20 の他方の面に開口して設けられる。ノズル板 30 にはインクを噴射するノズル 31 が圧力室板 20 のインク導通路 23 に対応して複数形成されている。

【0030】圧電素子 10 の各コモン電極 12 と個別電極 13 との交差している圧電材料層 11 a の部分に各圧力室 21 が合致するように、圧電素子 10 と圧力室板 20 が結合され、且つ各圧力室板 20 のインク導通路 23 と各ノズル 31 の中心が合致するように、圧力室板 20 とノズル板 30 とが結合される。インク供給路 22 より圧力室 21 に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極 12 と特定の個別電極 13 との間に電圧をかけると、コモン電極 12 と当該個別電極 13 とが交差している部分（変位部 14）だけが変位し、当該圧力室 21 内のインクに圧力が加わり、インク導通路 23 を介して当該ノズル 31 よりインクが飛翔する。

【0031】図 4 は圧電素子 10 を多層に形成した点を除き、図 3 の実施例と同じである。圧電素子 10 は、セラミック等からなる絶縁基板 11 b の表面上に比較的広い面積の平面状のコモン電極 12 を、その上に圧電材料層 11 a と個別電極 13 を順次積層し、さらにその個別電極 13 上に圧電材料層 11 a と個別電極を順次積層し、これを複数回順次積層した上で、一括して焼成することで製作されている。このように、コモン電極 12 を厚さ方向に所定間隔をおいて複数層形成すると共に、各圧電材料層の間に、互いに所定間隔で平行に隔てた複数の個別電極 13 を配置している。インク供給路 22 より圧力室 21 に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極 12 と個別電極 13 との間に電圧をかけると、コモン電極 12 と個別電極 13 とが交差している部分（変位部 14）だけが変位し、当該圧力室 21 内のインクに圧力が加わり、インク導通路 23 を介して当該ノズル 31 よりインクが飛翔する。この場合、複数の層の変位が集積されて圧力室 21 へ圧力が加えられることとなる。

【0032】図 5 は図 3 の実施例の変形例である。絶縁基板 11 b—コモン電極 12—圧電材料層 11 a—個別電極 13 を積層した圧電素子 10 は（絶縁基板 11 b と圧電材料層 11 a を一体的に図示する）、圧力室板 20 と対向する側に個別電極 13 を複数形成すると共に、その反対側の面には金属プレート 15 を張り付けてある。他の点は図 3 の実施例と同様であるが、この実施例では、コモン電極 12 と個別電極 13 との間に電圧をかけると、コモン電極 12 と個別電極 13 とが交差している圧電材料層 11 a の領域（変位部 14）だけが変位し、圧力室 21 内のインクに圧力が加わり、当該ノズル 31 よりインクが飛翔する。この場合において、個別電極 13 が形成されている面とは反対側の面に金属プレート 1

5があるため、圧電材料層11aが変位した際の絶縁基板11bの変位を強固に抑制し、金属プレート15側の圧電素子の変位を小さくし、その反面、圧力室側の圧電素子10の変位をより大きくすることができ、インクに加わる圧力をより大きくすることができる。

【0033】図6に示す実施例は、図3の実施例に対して圧電素子を上下2枚で構成するものであって、2枚の圧電素子10、40と、ノズルを有する圧力室板50から成る。圧電素子40（絶縁基板11bと圧電材料層11aを一体的に図示する）は、図3における圧電素子10と同様に、絶縁基板41b—コモン電極12—圧電材料層11a—複数の個別電極43を積層形成したものであるが、両圧電素子10、40は、圧力室板50を挟むように向き合っている。圧力室板50の複数の圧力室51はこの圧力室板50の両面に開放されている。インク供給路52は各圧力室板50の側部の一方の側に、各ノズル53は圧力室板50の側部の他方の側にそれぞれ設けてある。そして、圧電素子10、40のコモン電極12、52と個別電極13、53との交差している圧電材料部分（即ち、変位部14、44）に圧力室51が両面からそれぞれ合致するように、圧電素子10、40と圧力室板50が結合される。インク供給路52より圧力室51に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極12、42と個別電極13、43との間に電圧をかけると、両者の交差している部分（変位部14、44）だけが変位し、各圧力室51内のインクに上下両面から圧力が加わり、ノズル53よりインクが圧電材料の変位の方向と直交する方向に飛翔する。

【0034】図7に示す実施例は、図4の実施例に対して圧電素子を上下2枚で構成するものであって、2枚の圧電素子10、40と、ノズルを有する圧力室板50から成る。圧電素子10、40は、図4における圧電素子10と同様に形成され、そして、両圧電素子10、40は、圧力室板50を挟むように向き合って配置されている。圧力室板50の複数の圧力室51はこの圧力室板50の両面に開放されている。インク供給路52は各圧力室板50の側部の一方の側に、各ノズル53は圧力室板50の側部の他方の側にそれぞれ設けてある。そして、圧電素子10、40のコモン電極12、52と個別電極13、53との交差している圧電材料層の部分（即ち、変位部14、44）に圧力室51が両面からそれぞれ合致するように、圧電素子10、40と圧力室板50が結合される。インク供給路52より圧力室51に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極12、42と個別電極13、43との間に電圧をかけると、両者の交差している部分（変位部14、44）だけが変位し、各圧力室51内のインクに上下両面から圧力が加わり、ノズル53よりインクが飛翔する。

【0035】図8に示す実施例は、図5の実施例に対して圧電素子を上下2枚で構成するものであって、2枚の

圧電素子10、40と、ノズルを有する圧力室板50から成る。圧電素子10、40は、図5における圧電素子10と同様に形成され、その反対側の面に金属プレート15を張り付ける。そして、両圧電素子10、40は、圧力室板50を挟むように向き合っている配置されている。圧力室板50の複数の圧力室51はこの圧力室板50の両面に開放されている。インク供給路52は各圧力室板50の側部の一方の側に、各ノズル53は圧力室板50の側部の他方の側にそれぞれ設けてある。そして、圧電素子10、40のコモン電極12、52と個別電極13、53との交差している圧電材料層の部分に圧力室51が両面からそれぞれ合致するように、圧電素子10、40と圧力室板50が結合される。インク供給路52より圧力室51に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極12、42と個別電極13、43との間に電圧をかけると、両者の交差している部分（変位部14、44）だけが変位し、各圧力室51内のインクに上下両面から圧力が加わり、ノズル53よりインクが飛翔する。

【0036】図9に示す実施例は、図5の実施例の変形例である。圧電素子10に、圧力室板20と対向する側に個別電極13を複数形成すると共に、その反対側の面に金属プレート15を張り付ける。いずれの電極も形成されていない部位に、インク導入路16が貫通して設けられる。圧力室板20には、この圧力室板20の一方の面に開放された複数の圧力室21が各個別電極13に対応するように配置・形成され、更にこれらの各圧力室21がインク供給路22を介して連通される共通のインク室24が圧力室板20の両面に開放されるように形成されている。

【0037】圧電素子10のコモン電極12と各個別電極13との交差している圧電材料層の部分（変位部14）に各圧力室21が合致するように、圧電素子10と圧力室板20が結合され、且つ圧力室板20のインク導通路23と各ノズル31の中心が合致するように、圧力室板20とノズル板30とが結合される。これにより、圧力室板20のインク室24は圧電素子10とノズル板30との間で上板面が液密に閉じられると共に、インク導入路16に連通される。インク導入路16の反対側にはインク供給部材61が接続される。

【0038】インク室24にはインク供給部材61及びインク導入路16を介して常時インクが供給されている。そこから更にインク供給路22を介して所定の圧力室21に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極12と特定の個別電極13との間に電圧をかけると、コモン電極12と当該個別電極13とが交差している圧電材料層の部分（変位部11）だけが変位し、当該圧力室21内のインクに圧力が加わり、インク導通路23を介して当該ノズル31よりインクが飛翔する。

【0039】図10に示す実施例は、図9の実施例に対して圧電素子を上下2枚で構成するものであって、2枚の圧電素子10、40と、ノズルを有する圧力室板50から成る。圧電素子10、40は、図9における圧電素子10と同様に、複数形成すると共に、その反対側の面に金属プレート15を張り付ける。圧電素子40のいずれの電極も形成されていない部位に、インク導入路46が貫通して設けられる。

【0040】圧力室板50には、この圧力室板50の両面に開放された複数の圧力室51が各個別電極に対応するように配置・形成され、更にこれらの各圧力室51がインク供給路52を介して連通される共通のインク室54が圧力室板50の両面に開放されるように形成されている。圧電素子10、40のコモン電極12、52と個別電極13、53との交差している圧電材料層の部分（変位部14、44）に各圧力室51が両面からそれぞれ合致するように、両圧電素子10、40は、圧力室板50を挟むように向き合っている配置されている。

【0041】インク室54にはインク供給部材62及びインク導入路46を介して常時インクが供給されている。そこから更にインク供給路52を介して圧力室51に気泡が混入しないようにインクが充填され、この状態で、コモン電極12と特定の個別電極13との間に電圧をかけると、コモン電極12と当該個別電極13とが交差している圧電材料層の部分（変位部11）だけが変位し、当該圧力室21内のインクに圧力が加わり、インク導通路23を介して当該ノズル31よりインクが飛翔する。

【0042】図11は上記各実施例において、インクジェットヘッドの駆動波形を示すものである。コモン電極と個別電極との間に電圧を加え、インクをノズルから飛翔させる場合において、電圧立ち上げ時に、一旦電圧を降下させた後、急激に電圧を上昇させ、上昇の途中にて短時間の電圧保持区間を設ける。これにより、インクにかかる好ましくない振動を抑制してインクの粒子化ないし霧化を促進し、飛翔後のダンピングを抑えることにより、周波数特性を向上し、安定したインクジェット作用を行わせる。

【0043】図12(a)、(b)は、圧力室板の両面に圧電素子に対向して配置した実施例（図2、図6、図7、図8及び図10の各実施例）における、インクジェットヘッドの駆動波形を示すものである。一方の側の圧電素子におけるコモン電極と個別電極との間に電圧波形 V_1 と、他方の側の圧電素子における対応する電極間の電圧波形 V_2 とのタイミングを任意時間ずらすことにより、インクのインクの粒子化ないし霧化を促進し、インクの飛翔を安定させ、飛翔後のダンピングを抑え、周波数特性を向上させる。なお、 V_1 及び V_2 の各波形において、図11と同様な電圧保持区間を設け、上記のような作用を一層促進させるようにしてもよい。なお、図1

2(a)の場合は電圧の下降時及び上昇時共にタイミングをずらせているが、図12(b)の場合は電圧の下降時はタイミングを一致させ、電圧の上昇時のみタイミングをずらせている。

【0044】図13は圧電素子10のコモン電極12と個別電極13との間に電圧を印加した時の変位部14の状態を誇張して模式的に示すものである。即ち、比較的幅が広く縦方向に延存する1つの内部電極ないしコモン電極12と、圧電材料11の表面に形成され、且つコモン電極12との間で圧電材料11を所定の間隔をおいて挟むように配置された、幅の細い横方向に延存する複数の（ただし、1個のみ図示する）個別電極13との間に電圧を、図11で説明したように、印加すると、これらの電極の交差する圧電材料層の部分、即ち変位部14では個別電極13の側が図示のように上方へ盛り上がる。特に、変位部14における両端側の変位が大きい。このような、変位部14における盛り上がりにより、前述のように、圧力室に圧力が加えられるのである。なお、圧電材料としては、前述のように、PNN系、PMN系、PZN系、PZT系その他のものを使用することができる。また、電極としては、金、銀、銀パラジウム等の導電ペーストが適当である。また、圧力室21、51の隔壁を形成する圧力室板20、50は、ポリイミド、窒化ポリエチレン(PEN)、ポリサルホン等の樹脂で適当であるが、ステンレス、アルミニウム等の金属、或いはセラミック等の材料であってもよい。

【0045】図14(a)及び(b)は、コモン電極と個別電極との間の圧電材料層の厚さ(t)と、個別電極の幅(w)と、個別電極相互の間隔(s)との関係を示すものである。まず、図14(b)に示すように、 t は電圧がかけられていない時のコモン電極と個別電極との間の圧電材料を介した間隔、 w は帯状の個別電極の幅、 s は隣接する個別電極相互の間隔であり、 $w+s$ が個別電極の配列ピッチである。図14(a)において、横軸は s/w であり、縦軸は圧電材料の厚さ(t)方向における両電極間の変位を、電極間の最大変位/電極最大変位（電極間をゼロとしたときの変位）で表している。

【0046】インク粒子の速度或いは体積のバラツキを実用レベルに抑えるために、電極間の最大変位を電極最大変位の $\pm 15\%$ 以下（即ち、図示の斜線の部分）に抑えたい。 $t/w < 0.15$ とすると、 s/w が大きくなった時、図示（斜線部分から外れた部分）のように、変位が負方向に過大になり離れた個別電極（例えば、2個隣の電極）を駆動すると、個別電極間に挟まれた圧電材料の部分が不安定となり、使用不可となる。したがって、 $t/w \geq 0.15$ である必要がある。更に、 $s/w < 0.5$ では、電極間変位が過大となり、使用不可となる。以上のことから、 $t/w \geq 0.15$ であり且つ $s/w \geq 0.5$ である必要がある。なお、上述のどの材料の圧電素子を使用しても変位は相似形であり、図14

(a) に示した t , w , s の関係は変わらない。

【0047】以上、添付図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の精神ないし範囲内において種々の形態、変形、修正等が可能であることに留意すべきである。

【0048】

【発明の効果】以上に説明したような、本発明によれば、各ノズルから飛翔されるインクの噴射量が均一で、かつ構造が簡単で製造容易な圧電式インクジェットプリンタヘッドが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェットヘッドの概要を示す斜視図である。

【図2】2枚の圧電素子を有する本発明のインクジェットヘッドの概要を示す斜視図である。

【図3】本発明のインクジェットヘッドの一実施例を示す斜視図である。

【図4】本発明のインクジェットヘッドの他の実施例を示す斜視図である。

【図5】本発明のインクジェットヘッドの更に他の実施例を示す斜視図である。

【図6】2枚の圧電素子を有する図3のインクジェットヘッドに対応する実施例を示す斜視図である。

【図7】2枚の圧電素子を有する図4のインクジェットヘッドに対応する実施例を示す斜視図である。

【図8】2枚の圧電素子を有する図5のインクジェットヘッドに対応する実施例を示す斜視図である。

【図9】図5のインクジェットヘッドの変形実施例の斜

視図である。

【図10】2枚の圧電素子を有する図9のインクジェットヘッドに対応する実施例を示す斜視図である。

【図11】インクジェットヘッドの駆動波形を示す図である。

【図12】(a), (b) は2枚の圧電素子を有するインクジェットヘッドの駆動波形を示す図である。

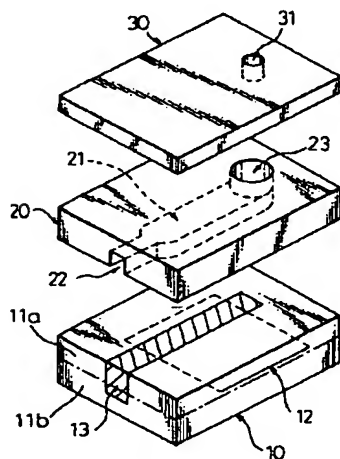
【図13】圧電素子の個別電極とコモン電極とが交差する変位部における電圧印加時の状態を示す。

【図14】(a), (b) は個別電極とコモン電極との間隔 (t)、個別電極の幅 (w)、及び個別電極相互の間隔 (s) の関係を説明する図である。

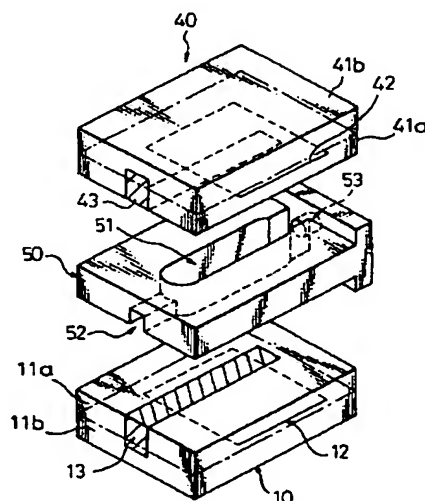
【符号の説明】

- 10, 40…圧電素子
- 11a, 41a…圧電材料層
- 11b, 41b…絶縁基板
- 12, 42…コモン電極
- 13, 43…個別電極
- 14, 44…変位部
- 15, 45…金属プレート
- 16, 46…インク導入孔
- 20, 50…圧力室板
- 21, 51…圧力室
- 22, 52…インク供給路
- 23, 53…インク導通路
- 30…ノズル板
- 31…ノズル
- 61, 62…インク供給部材

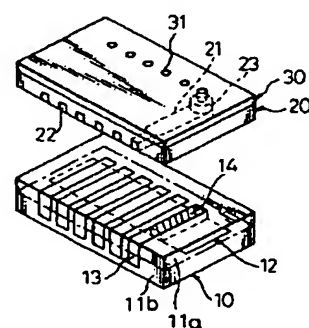
【図1】



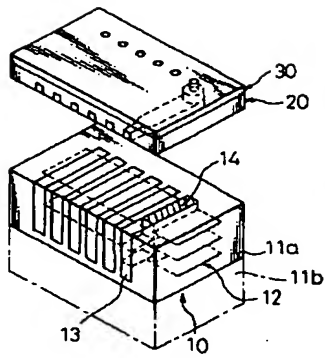
【図2】



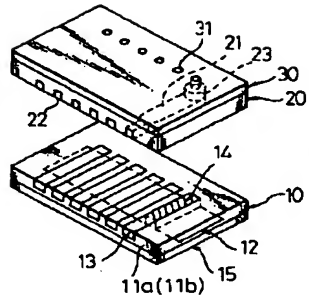
【図3】



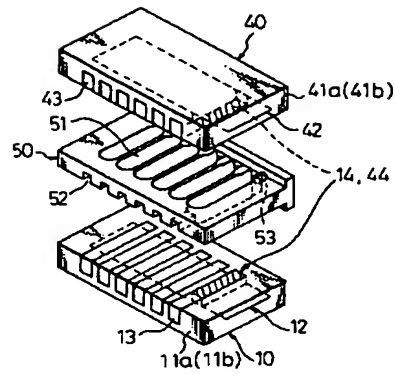
【図 4】



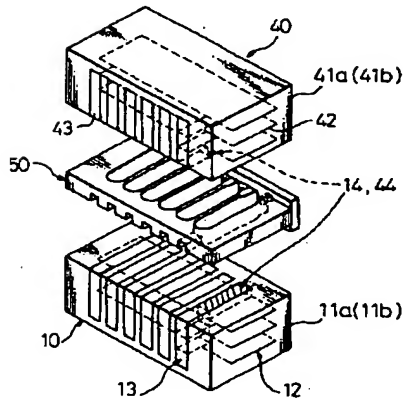
【図 5】



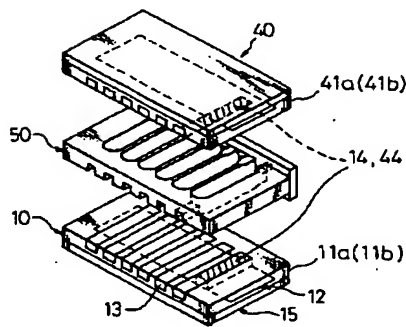
【図 6】



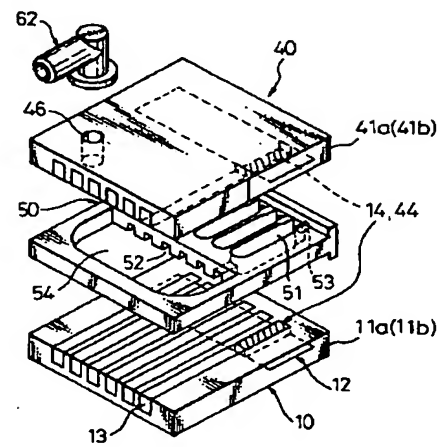
【図 7】



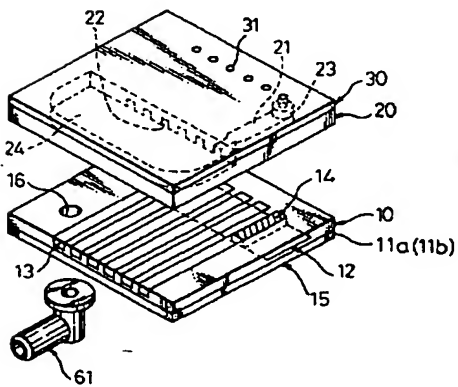
【図 8】



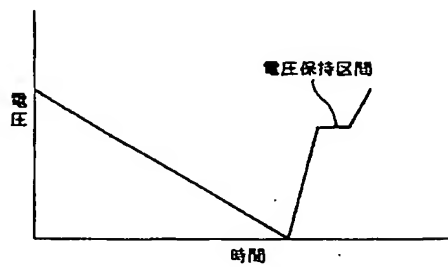
【図 10】



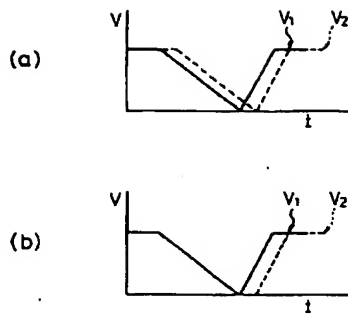
【図 9】



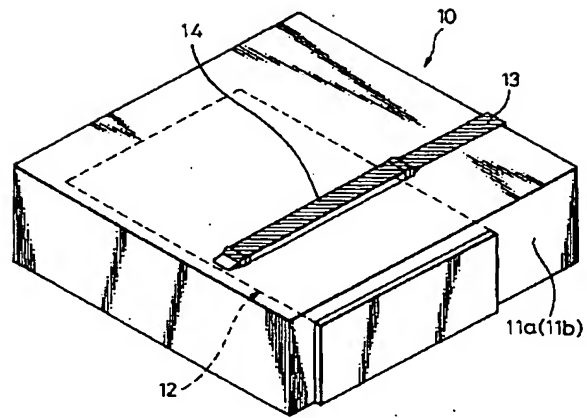
【図 11】



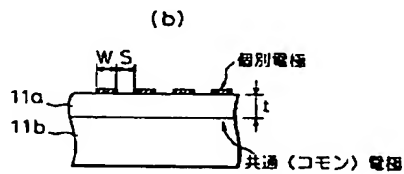
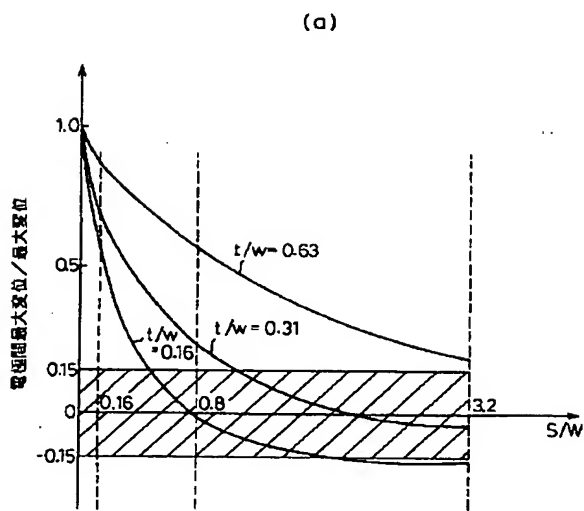
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 宮木 明彦
東京都稲城市大字大丸1405番地 富士通ア
イソテック株式会社内

(72)発明者 小野 正裕
東京都稲城市大字大丸1405番地 富士通ア
イソテック株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.